

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-358615

(43)Date of publication of application : 26.12.2001

(51)Int.Cl.

H04B 1/713

H04Q 7/36

(21)Application number : 2000-178943

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 14.06.2000

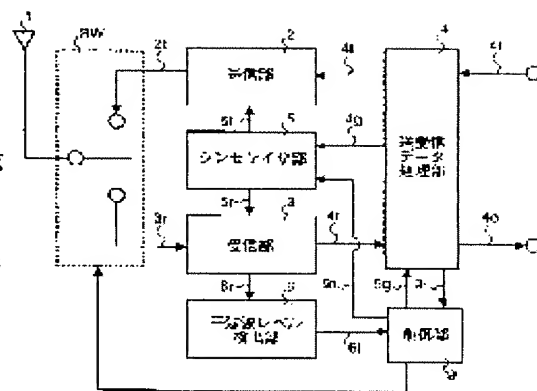
(72)Inventor : YAMAUCHI NAOHISA  
SHIBUYA AKIHIRO

## (54) FREQUENCY-HOPPING COMMUNICATION SYSTEM AND METHOD THEREFOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent a deterioration of a communication quality by suitably changing a frequency hopping sequence, when there is a slot using a hopping frequency of a deteriorated reception state.

**SOLUTION:** In a frequency-hopping communication system for communicating between a base station and a mobile station, while frequency hopping based on a prescribed frequency-hopping sequence, the mobile station has an interference wave level detector 6 for detecting an interference wave level of each frequency at each frequency hopping period, and a controller 9 for controlling, to change the present frequency hopping sequence to another frequency hopping sequence. This change is conducted, by selecting the frequency hopping sequence having a small frequency-hopping sequence number, the lowest interference wave level from a past history and a large correlation, as well as being one which is not being used by another mobile station.





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の周波数ホッピング系列に基づいた周波数ホッピングをしながら基地局と移動局との間の通信を行う周波数ホッピング通信システムにおいて、前記移動局は、周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出する検出手段と、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更する制御を行う制御手段と、を備えたことを特徴とする周波数ホッピング通信システム。

【請求項 2】 所定の周波数ホッピング系列に基づいた周波数ホッピングをしながら基地局と移動局との間の通信を行う周波数ホッピング通信システムにおいて、前記移動局は、周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出する検出手段を備え、前記基地局は、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更する制御を行う制御手段を備えたことを特徴とする周波数ホッピング通信システム。

【請求項 3】 前記制御手段は、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め割り当てられた周波数ホッピング系列番号をもつ周波数ホッピング系列群の中から該周波数ホッピング系列番号の値が最小の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の周波数ホッピング通信システム。

【請求項 4】 前記基地局は、予め設定された周波数ホッピング系列群の各周波数ホッピング系列に対する過去の干渉波レベルの履歴を保持する履歴保持手段をさらに備え、前記制御手段は、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、前記干渉波レベルの履歴を参照し、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ前記周波数ホッピング系列群の中から干渉波レベルが最小の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の周波数ホッピング通信システム。

【請求項 5】 前記制御手段は、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め設定された周波数ホッピング系列群の中から現周波数ホッピング系列との相関値が最小の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うことを特徴とする請求項 1 または

10

20

30

40

50

2 に記載の周波数ホッピング通信システム。

【請求項 6】 所定の周波数ホッピング系列に基づいた周波数ホッピングをしながら基地局と移動局との間の通信を行う周波数ホッピング通信方法において、前記移動局は、周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出する検出工程と、前記検出工程によって検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更する変更工程と、を含むことを特徴とする周波数ホッピング通信方法。

【請求項 7】 所定の周波数ホッピング系列に基づいた周波数ホッピングをしながら基地局と移動局との間の通信を行う周波数ホッピング通信方法において、前記移動局が周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出する検出工程と、前記基地局が、前記検出工程によって検出された干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更する変更工程と、を含むことを特徴とする周波数ホッピング通信方法。

【請求項 8】 前記変更工程は、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め割り当てられた周波数ホッピング系列番号をもつ周波数ホッピング系列群の中から該周波数ホッピング系列番号の値が最小の周波数ホッピング系列に変更することを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の周波数ホッピング通信方法。

【請求項 9】 前記基地局が、予め設定された周波数ホッピング系列群の各周波数ホッピング系列に対する過去の干渉波レベルの履歴を保持する履歴保持工程をさらに含み、前記変更工程は、前記検出工程が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、前記干渉波レベルの履歴を参照し、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ前記周波数ホッピング系列群の中から干渉波レベルが最小の周波数ホッピング系列に変更することを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の周波数ホッピング通信方法。

【請求項 10】 前記変更工程は、前記検出工程が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め設定された周波数ホッピング系列群の中から現周波数ホッピング系列との相関値が最小の周波数ホッピング系列に変更することを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の周波数ホッピング通信方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、スペクトル拡散

通信方式を用いた移动通信システムに関し、特に所定の周波数ホッピング系列に基づいた周波数ホッピングをしながら基地局と移動局との間の通信を行う周波数ホッピング通信システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、スペクトル拡散通信方式の一つとして周波数ホッピング通信方式が知られている。図8は、従来の周波数ホッピング通信システムの全体概要を示す図である。図8において、移動局110は、固定設置された基地局120との間で、周波数ホッピング通信方式を用いて通信を行う。無線セル30は、基地局120によって形成され、基地局120と移動局110との間でデータの送受信が行われる範囲を示している。図8に示す周波数ホッピング通信システムでは、7つのセル繰り返しの構成をとり、7つの周波数群によって全サービスエリアを覆える。図8に示した斜線部分の領域が、繰り返しエリアであり、この繰り返しの単位となるセル数を繰り返しセル数という。

【0003】繰り返しエリア内の全ての移動局110および各基地局120は、各基地局120に接続される図示しない集中制御局によって管理され、この集中制御局は、予め設定した周波数ホッピング系列を各基地局120に指定する。この指定を受けた各基地局120は、移動局110に対して周波数を指定し、一定のホッピング周期で周波数ホッピングを行う。これによって、繰り返しエリア内の全ての移動局110に対して、同一周波数干渉電力の分散化を図ることができる。

【0004】図9は、一つの無線セル30に対して周波数f1、f2、f3が指定された場合のホッピング系列C1～C6を示している。たとえば、図8のセル「A」に周波数f1～f3が指定され、セル「B」に同じ周波数f1～f3が指定されると、セル「A」内の三つの移動局m1～m3は、それぞれホッピング系列C1～C3を用いて周波数ホッピングを行う。また、セル「B」内の三つの移動局m4～m6は、それぞれホッピング系列C4～C6を用いて周波数ホッピングを行う。

【0005】図10は、セル「A」内の各移動局m1～m3の周波数ホッピング状態を示すタイミングチャートである。移動局m1は、スロットS1～S3を出力する場合、それぞれ周波数f1、f2、f3を用い、移動局m2は、スロットS1～S3を出力する場合、それぞれ周波数f2、f3、f1を用い、移動局m3は、スロットS1～S3を出力する場合、それぞれ周波数f3、f2、f2を用いる。なお、スロットS1～S3には、音声などの原データを分割し、ヘッダなどを付加したデータが配置される。これによって、セル「A」内の各移動局m1～m3は、それぞれ同一時間において互いに同じ周波数が割り当てられることがない。

【0006】一方、セル「B」の各移動局m4～m6には、同様にしてそれぞれホッピング系列C4～C6が割

り当てられる。この結果、セル「A」内の移動局m1～m3が、セル「B」内の移動局m4～m6によって受ける同一周波数干渉電力は、3スロットに一度となる。

【0007】このようにして、干渉の影響を強く受けている移動局は、周波数ダイバーシチ効果によって所要希望波対同一周波数干渉電力比を低減することができる。このような周波数ホッピング通信システムは、たとえば、特開平5-110499号公報に示された移动通信方式や特開平6-334630号公報に示されたスペクトル拡散通信方法に記載されている。

【0008】図11は、従来の周波数ホッピング通信システムの移動局の構成を示すブロック図である。図11において、受信信号3rは、基地局120から受信する下り信号であり、アンテナ1および切換部SWを介して受信部3に入力される。受信部3は、シンセサイザ5からの受信周波数データ5rをもとに、この受信信号3rを復調し、受信スロットデータ4rを送受信データ処理部4に出力する。送受信データ処理部4は、この受信スロットデータ4rを分解し、受信データ4oを出力する。また、送受信データ処理部4は、受信スロットデータ4rから周波数ホッピング系列データ9rを抽出する。さらに、送受信データ処理部4は、シンセサイザ部5にタイミング信号4gを出力する。

【0009】一方、送信データ4iは送受信データ処理部4に入力され、送受信データ処理部4は、送信スロットデータ4tを生成して送信部2に出力する。送受信データ処理部4から出力された周波数ホッピング系列データ9rは、制御部9に入力される。制御部9は、入力された周波数ホッピング系列データ9rに基づいて、周波数ホッピング系列およびホッピングするホッピング周波数を決定する。そして、制御部9は、決定したホッピング周波数をシンセサイザ部5に周波数データ9tとして通知する。

【0010】シンセサイザ部5は、入力された周波数データ9tおよびタイミング信号4gをもとに、ホッピング周波数を切替生成するために、送信周波数データ5tを送信部2に出力し、あるいは受信周波数データ5rを受信部3に出力する。

【0011】送受信データ処理部4から出力された送信スロットデータ4tは、送信部2に出力され、送信部2は、入力された送信スロットデータ4tを、送信周波数データ5tによって変調し、送信信号2tを切換部SWおよびアンテナ1を介して基地局120に出力する。なお、切換部SWは、制御部9によって送受信が切り替えられる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した周波数ホッピング通信システムは、移動局110の受信状態に関係なく、初期設定で指定された周波数ホッピング系列を通信終了時まで常に使用し続けて周波数ホッ

ピングを行うため、受信状態が劣化したホッピング周波数を使用しているスロットが存在する場合、周波数ホッピングの周期毎に、受信状態が劣化するという問題点があった。

【0013】この発明は上記に鑑みてなされたもので、受信状態が劣化したホッピング周波数を使用するスロットが存在する場合に、適切に周波数ホッピング系列を変更し、通信品質の劣化を防ぐことができる周波数ホッピング通信システムおよびその方法を得ることを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明にかかる周波数ホッピング通信システムは、所定の周波数ホッピング系列に基づいた周波数ホッピングをしながら基地局と移動局との間の通信を行う周波数ホッピング通信システムにおいて、前記移動局は、周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出する検出手段と、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更する制御を行う制御手段と、を備えたことを特徴とする。

【0015】この発明によれば、移動局の検出手段が、周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出し、制御手段が、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うようにしている。

【0016】つぎの発明にかかる周波数ホッピング通信システムは、所定の周波数ホッピング系列に基づいた周波数ホッピングをしながら基地局と移動局との間の通信を行う周波数ホッピング通信システムにおいて、前記移動局は、周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出する検出手段を備え、前記基地局は、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更する制御を行う制御手段を備えたことを特徴とする。

【0017】この発明によれば、移動局の検出手段が、周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出し、基地局の制御手段が、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うようにしている。

【0018】つぎの発明にかかる周波数ホッピング通信システムは、上記の発明において、前記制御手段は、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め割り当てられた周波数ホッピング系列番号をもつ周波数ホッピング系列群の中から該周波数ホッピング系列番号の値が最小の周波数ホッピング

系列に変更する制御を行うことを特徴とする。

【0019】この発明によれば、前記制御手段が、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め割り当てられた周波数ホッピング系列番号をもつ周波数ホッピング系列群の中から該周波数ホッピング系列番号の値が最小の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うようにしている。

【0020】つぎの発明にかかる周波数ホッピング通信システムは、上記の発明において、前記基地局は、予め設定された周波数ホッピング系列群の各周波数ホッピング系列に対する過去の干渉波レベルの履歴を保持する履歴保持手段をさらに備え、前記制御手段は、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、前記干渉波レベルの履歴を参照し、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ前記周波数ホッピング系列群の中から干渉波レベルが最小の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うことを特徴とする。

【0021】この発明によれば、前記制御手段が、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、前記干渉波レベルの履歴を参照し、現周波数ホッピング系列を、前記他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ前記周波数ホッピング系列群の中から干渉波レベルが最小の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うようにしている。

【0022】つぎの発明にかかる周波数ホッピング通信システムは、上記の発明において、前記制御手段は、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め設定された周波数ホッピング系列群の中から現周波数ホッピング系列との相関値が最小の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うことを特徴とする。

【0023】この発明によれば、前記制御手段が、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め設定された周波数ホッピング系列群の中から現周波数ホッピング系列との相関値が最小の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うようにしている。

【0024】つぎの発明にかかる周波数ホッピング通信方法は、所定の周波数ホッピング系列に基づいた周波数ホッピングをしながら基地局と移動局との間の通信を行う周波数ホッピング通信方法において、前記移動局は、周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出する検出工程と、前記検出工程によって検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更する変更工程と、を含むことを特徴とする。

【0025】この発明によれば、前記移動局が、検出工程によって、周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出し、変更工程によって、前記検出工程によって検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更するようにしている。

【0026】つぎの発明にかかる周波数ホッピング通信方法は、所定の周波数ホッピング系列に基づいた周波数ホッピングをしながら基地局と移動局との間の通信を行う周波数ホッピング通信方法において、前記移動局が周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出する検出工程と、前記基地局が、前記検出手段によって検出された干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更する変更工程と、を含むことを特徴とする。

【0027】この発明によれば、検出工程によって、前記移動局が周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出し、変更工程によって、前記基地局が、前記検出手段によって検出された干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更するようにしている。

【0028】つぎの発明にかかる周波数ホッピング通信方法は、上記の発明において、前記変更工程は、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め割り当てられた周波数ホッピング系列番号をもつ周波数ホッピング系列群の中から該周波数ホッピング系列番号の値が最小の周波数ホッピング系列に変更することを特徴とする。

【0029】この発明によれば、前記変更工程が、前記検出工程によって検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め割り当てられた周波数ホッピング系列番号をもつ周波数ホッピング系列群の中から該周波数ホッピング系列番号の値が最小の周波数ホッピング系列に変更するようにしている。

【0030】つぎの発明にかかる周波数ホッピング通信方法は、上記の発明において、前記基地局が、予め設定された周波数ホッピング系列群の各周波数ホッピング系列に対する過去の干渉波レベルの履歴を保持する履歴保持工程をさらに含み、前記変更工程は、前記検出工程段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、前記干渉波レベルの履歴を参照し、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ前記周波数ホッピング系列群の中から干渉波レベルが最小の周波数ホッピング系列に変更することを特徴とする。

【0031】この発明によれば、履歴保持工程によって、前記基地局が、予め設定された周波数ホッピング系列群の各周波数ホッピング系列に対する過去の干渉波レ

ベルの履歴を保持し、前記変更工程によって、前記検出工程段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、前記干渉波レベルの履歴を参照し、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ前記周波数ホッピング系列群の中から干渉波レベルが最小の周波数ホッピング系列に変更するようにしている。

【0032】つぎの発明にかかる周波数ホッピング通信方法は、上記の発明において、前記変更工程は、前記検出工程が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め設定された周波数ホッピング系列群の中から現周波数ホッピング系列との相関値が最小の周波数ホッピング系列に変更することを特徴とする。

【0033】この発明によれば、前記変更工程によって、前記検出工程が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め設定された周波数ホッピング系列群の中から現周波数ホッピング系列との相関値が最小の周波数ホッピング系列に変更するようにしている。

【0034】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照して、この発明にかかる周波数ホッピング通信システムおよびその方法の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0035】実施の形態1. 図1は、この発明の実施の形態1である周波数ホッピング通信システムの概要を示す図であり、図8に示した周波数ホッピング通信システムに対応している。ただし、移動局110に対応する移動局10あるいは基地局120に対応する基地局20の構成が異なる。

【0036】図1において、各無線セル30は、対応する基地局20を中心とし、基地局20と移動局10との間でデータの送受信が行われる範囲を示す。移動局10は、周波数ホッピングの周期毎に測定する干渉波レベルが、所定のレベルを超える場合、現在使用している周波数ホッピング系列を変更し、所定のレベルを超えない場合、現在使用している周波数ホッピング系列を変更しない。すなわち、この実施の形態1では、移動局は、周波数ホッピング周期毎に干渉波レベルを測定し、この干渉波レベルに基づいて、現在使用する周波数ホッピング系列を変更するか否かを決定するようにしている。

【0037】ここで、セル「A」およびセル「B」に、4つのホッピング周波数F1、F2、F3、F4が与えられた場合における各セル「A」、「B」に与えられる周波数ホッピング系列Z1～Z7について説明する。なお、セル「A」内には、移動局M1、M2が存在し、セル「B」内には、移動局M3が存在するものとする。

【0038】図2において、周波数ホッピング系列Z1

～Z3は、それぞれ移動局M1～M3に割り当てられる。なお、具体的な周波数ホッピング系列Z1～Z4は、それぞれ、「F1→F2→F3→F4」、「F2→F3→F4→F1」、「F3→F1→F2→F4」、「F4→F2→F1→F3」である。各移動局M1～M3は、変更指示がない限り、割り当てられた周波数ホッピング系列Z1～Z3を繰り返し用いる。なお、一つの周波数ホッピング系列が用いられる時間を周波数ホッピング周期という。

【0039】ここで、セル「B」の基地局20から出力されたデータが、スロットS4のタイミングで、各移動局M1～M3に受信され、セル「A」の基地局20から出力されたデータが、スロットS4のタイミングで各移動局M1～M3に受信される場合を考えると、セル「A」の移動局M1が使用している周波数F4は、セル「B」の移動局M3が使用している周波数F4と同じであるため、移動局M1は、セル「B」の基地局20から強い干渉波を受信する可能性がある。移動局M1は、スロットS4における干渉波レベルが所定値を超えている場合、現在使用している周波数ホッピング系列Z1を周波数ホッピング系列Z4に変更する。

【0040】一方、移動局M2が使用している周波数ホッピング系列Z2は、各スロットS1～S4のタイミングで使用している各周波数F1～F4と、移動局M1、M3がそれぞれ各スロットS1～S4のタイミングで使用している各周波数F1～F4とは異なるため、移動局M2は、セル「A」およびセル「B」の各基地局から強い干渉波を受信している可能性が低い。移動局M2は、このときの干渉波レベルが所定値を超えていない場合、現在使用している周波数ホッピング系列を変更せずに、そのまま繰り返し使用し続ける。

【0041】なお、移動局M1が干渉波レベルが所定値を超えたことによって周波数ホッピング系列Z1を周波数ホッピング系列Z4に変更した場合、セル「A」の基地局20は、その旨を各基地局20を管理する図示しない集中制御局に通知する。この通知を受けた集中制御局は、セル「A」およびセル「B」の基地局20を介し、各移動局M2、M3に対して、次回、周波数ホッピング系列を変更する場合、移動局M1が使用する周波数ホッピング系列Z4とは異なる周波数ホッピング系列を周波数ホッピング系列Z1～Z7の中から割り当てることを通知する。なお、周波数ホッピング系列Z1～Z7は、各移動局M1～M3が同一時間に同一周波数が使用されることがないように作成される。

【0042】ここで、図3を参照して各移動局10（M1～M3）について説明する。図3は、この発明の実施の形態1である周波数ホッピング通信システムの移動局の構成を示すブロック図である。図3に示した移動局は、図11に示した移動局に、さらに干渉波レベル検出部6を設けた構成としている。その他構成は、図11に

示した構成と同じであり、同一構成部分には同一符号を付している。なお、制御部9の動作処理は、図11に示した制御部9と異なる。

【0043】干渉波レベル検出部6は、受信部3から入力される干渉波レベル情報6rに基づき、移動局の干渉波レベルを検出し、検出結果を干渉波レベル検出データ6tとして制御部9に出力する。制御部9は、入力された干渉波レベル検出データ6tをもとに、検出された干渉波レベルが、予め設定された所定値を超えるか否かの判定を行い、干渉波レベルが所定値を超えている場合、新たな周波数ホッピング系列を選択し、この選択した周波数ホッピング系列に変更する指示を周波数ホッピング系列変更信号9gとして送受信データ処理部4に出力する。一方、干渉波レベルが所定値を超えていない場合、制御部9は、現在の周波数ホッピング系列を継続して使用する。

【0044】周波数ホッピング系列変更信号9gが、送受信データ処理部4、送信部2、切換部SW、およびアンテナ1を介して基地局20に通知する。送受信データ処理部4は、周波数ホッピング系列変更信号9gに対する応答として周波数ホッピング系列データ9rを制御部9に出力する。制御部9は、周波数ホッピング系列データ9rをもとに、周波数データ9tを決定し、シンセサイザ部5に出力し、変更された周波数ホッピング系列に変更される。なお、シンセサイザ部5は、送受信データ処理部4から出力されるタイミング信号4gをもとに、各周波数の切替タイミングを制御する。

【0045】ここで、図4に示すフローチャートを参照して、移動局10の制御部9による周波数ホッピング系列変更制御処理手順について説明する。図4において、まず、制御部9は、干渉波レベル検出部6から入力された干渉波レベル検出データ6tおよび送受信データ処理部4から入力された周波数ホッピング系列データ9rが入力され、周波数ホッピング系列データ9rをもとに、周波数ホッピング系列を選択する（ステップS101）。

【0046】その後、干渉波レベル検出データ6tが示す干渉波レベルが所定値を超えているか否かを判断する（ステップS102）。干渉波レベルが所定値を超えている場合（ステップS102、YES）には、つぎの周波数ホッピング周期の先頭から使用する新たな周波数ホッピング系列を選択し、この選択した周波数ホッピング系列を示す周波数ホッピング系列変更信号9gを送受信データ処理部4に出力する（ステップS103）。

【0047】その後、送受信データ処理部4から入力された周波数ホッピング系列データ9rをもとに、選択した周波数ホッピング系列によってホッピング周波数を決定し、このホッピング周波数を示す周波数データ9tをシンセサイザ部5に出力し（ステップS104）、新たな周波数ホッピング系列によって送受信処理が行われ



る。

【0048】一方、干渉波レベルが所定値を超えていない場合（ステップS103，NO）には、現在使用している周波数ホッピング系列をそのまま使い、この現在の周波数ホッピング系列に対応する周波数データ9tをセンササイザ部5に出力する（ステップS104）。

【0049】なお、上述した実施の形態1では、移動局10が検出した干渉波レベルをもとに、移動局10が、周波数ホッピング系列の変更を行うようにしているが、移動局10が、干渉波レベルの検出結果を基地局20に通知し、基地局20側が、この検出結果をもとに周波数ホッピング系列の変更を行うようにしてもよい。さらに、移動局10が、干渉波レベルの検出結果を基地局20に通知し、基地局20側が、この検出結果をもとに周波数ホッピング系列を変更するか否かを判断するようにしてもよい。

【0050】この実施の形態1では、移動局10または基地局20が、移動局10が受信する干渉波レベルをもとに、移動局10および基地局20の間で使用している周波数ホッピング系列を変更するか否かを判断し、干渉波レベルが所定値を超える場合、現在の周波数ホッピング系列を変更し、干渉波レベルが所定値を超えていない場合、現在の周波数ホッピング系列をそのまま使用するようにしているため、受信するホッピング周波数の干渉波レベルが大きい移動局10では、周波数ホッピング系列が変更され、品質の高い通信を行うことができ、受信するホッピング周波数の干渉波レベルが小さい移動局10では、引き続き安定した品質の通信を行うことができる。

【0051】この場合、受信する干渉波レベルが大きい移動局10に対して、周波数ホッピング系列が変更されるため、一層高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上させることができ、一層、高い受信レベルでの通信を行うことが可能となり、品質および信頼性の高い通信を行うことができる。

【0052】実施の形態2. つぎに、この発明の実施の形態2について説明する。この実施の形態2では、ホッピング周波数の干渉波レベルが大きい場合、周波数ホッピング系列群のうちから、他の移動局が用いておらず、周波数ホッピング系列番号が最も小さい値をもつ周波数ホッピング系列に変更するようにしている。

【0053】この実施の形態2のシステム構成および移動局あるいは基地局の構成は、実施の形態1と同じである。ただし、制御部9の動作処理が異なる。ここで、図5に示すフローチャートを参照して、この実施の形態2における移動局10の制御部9による周波数ホッピング系列変更制御処理手順について説明する。

【0054】図5において、まず制御部9は、周波数ホッピング系列データ9rをもとに、周波数ホッピング系

列番号 $i=0$ の値をもつ周波数ホッピング系列を選択する（ステップS201）。その後、制御部9は、選択された周波数ホッピング系列番号 $i$ に対応する周波数ホッピング系列が他の移動局で使用されているか否かを判断する（ステップS202）。

【0055】周波数ホッピング系列番号 $i$ に対応する周波数ホッピング系列が他の移動局で使用されている場合（ステップS202，YES）には、周波数ホッピング系列番号 $i$ の値を一つインクリメントし（ステップS203）、このインクリメントされた周波数ホッピング系列番号 $i(=i+1)$ の値が、周波数ホッピング系列番号 $N$ の値を超えているか否かを判断する（ステップS204）。

【0056】周波数ホッピング系列番号 $i$ の値が周波数ホッピング系列番号 $N$ の値を超えていない場合（ステップS204，NO）には、ステップS202に移行し、このインクリメントされた周波数ホッピング系列番号 $i$ が他の移動局で使用されているか否かを再度判断する。一方、周波数ホッピング系列番号 $i$ の値が周波数ホッピング系列番号 $N$ の値を超えている場合（ステップS204，YES）には、現在使用している周波数ホッピング系列番号 $i$ を再び選択し（ステップS205）、ステップS206に移行する。

【0057】一方、周波数ホッピング系列番号 $i$ の値が他の移動局で使用していない場合（ステップS202，NO）には、選択された周波数ホッピング系列番号 $i$ に対応する周波数ホッピング系列に変更する指示を示す周波数ホッピング系列番号変更信号9gを送受信データ処理部4に出力し（ステップS206）、その後この周波数ホッピング系列に変更する。

【0058】なお、上述した実施の形態2では、移動局10が検出した干渉波レベルをもとに、移動局10が、周波数ホッピング系列の変更を行うようにしているが、移動局10が、干渉波レベルの検出結果を基地局20に通知し、基地局20側が、この検出結果をもとに周波数ホッピング系列の変更を行うようにしてもよい。さらに、移動局10が、干渉波レベルの検出結果を基地局20に通知し、基地局20側が、この検出結果をもとに周波数ホッピング系列を変更するか否かを判断するようにしてもよい。

【0059】この実施の形態2では、干渉波レベルに基づいて変更する周波数ホッピング系列として、周波数ホッピング系列番号の最も小さい値をもち、かつ他の移動局で使用されていない周波数ホッピング系列を選択するようにしているため、移動局10は、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上させることができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができる。

【0060】また、変更しようとする周波数ホッピング



系列が、全ての他の移動局10によって使用されている場合には、再び現在使用している周波数ホッピング系列を選択するようにしているため、干渉波レベルの増大を抑えることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上させ、一層高い受信レベルでの通信を行うことが可能となり、品質および信頼性の高い通信を維持することができる。

【0061】実施の形態3、つぎに、この発明の実施の形態3について説明する。上述した実施の形態2では、ホッピング周波数の干渉波レベルが大きい場合、周波数ホッピング系列群のうちから、他の移動局が用いておらず、周波数ホッピング系列番号が最も小さい値をもつ周波数ホッピング系列を選択して変更するようにしていたが、この実施の形態3では、過去の履歴をもとに最も干渉波レベルが低い周波数ホッピング系列を選択するようにしている。

【0062】この実施の形態3のシステム構成および移動局あるいは基地局の構成は、実施の形態1と同じである。ただし、制御部9の動作処理が異なる。ここで、図6に示すフローチャートを参照して、この実施の形態3における移動局10の制御部9による周波数ホッピング系列変更制御処理手順について説明する。

【0063】図6において、まず制御部9は、以前に周波数ホッピング系列の干渉波レベルを測定したか否か、すなわち基地局20が周波数ホッピング系列の干渉波レベルに関する過去の履歴を有しているか否かを判断する(ステップS301)。干渉波レベルの過去の履歴を有している場合(ステップS301、YES)には、この過去の履歴をもとに、干渉波レベルが最も低い周波数ホッピング系列をもつ周波数ホッピング系列番号*i*を選択する(ステップS302)。

【0064】その後、選択した周波数ホッピング系列番号*i*に対応する周波数ホッピング系列が他の移動局で使用されているか否かを判断する(ステップS303)。周波数ホッピング系列番号*i*に対応する周波数ホッピング系列が他の移動局で使用されている場合(ステップS303、YES)には、そのつぎに干渉波レベルの低い異周波数ホッピング系列番号*i*の値をもつ周波数ホッピング系列を選択し(ステップS304)、この選択した周波数ホッピング系列番号*i*の値をもつ周波数ホッピング系列が最も干渉波レベルの高い周波数ホッピング系列であるか否かを判断する(ステップS305)。

【0065】選択した周波数ホッピング系列が、最も干渉波レベルの高い周波数ホッピング系列でない場合(ステップS305、NO)には、ステップS303に移行し、この周波数ホッピング系列が他の移動局で使用しているか否かを再度判断する処理を繰り返す。一方、選択した周波数ホッピング系列が、最も干渉波レベルが高い周波数ホッピング系列である場合(ステップS305、YES)には、現在使用している周波数ホッピング系列

番号*i*の周波数ホッピング系列を再び選択し(ステップS306)、ステップS308に移行する。

【0066】一方、周波数ホッピング系列番号*i*の値が他の移動局で使用していない場合(ステップS303、NO)には、選択された周波数ホッピング系列番号*i*に対応する周波数ホッピング系列に変更する指示を示す周波数ホッピング系列番号変更信号9gを送受信データ処理部4に出力し(ステップS308)、その後この周波数ホッピング系列に変更する。

【0067】また、過去の履歴がない場合(ステップS301、NO)には、周波数ホッピング系列番号*i*を一つインクリメントし(ステップS307)、ステップS308に移行し、この一つインクリメントされた周波数ホッピング系列番号*i*(=*i*+1)に対応する周波数ホッピング系列を選択するようにしている。

【0068】なお、上述した実施の形態3では、移動局10が検出した干渉波レベルをもとに、移動局10が、周波数ホッピング系列の変更を行うようにしているが、移動局10が、干渉波レベルの検出結果を基地局20に通知し、基地局20側が、この検出結果をもとに周波数ホッピング系列の変更を行うようにしてもよい。さらに、移動局10が、干渉波レベルの検出結果を基地局20に通知し、基地局20側が、この検出結果をもとに周波数ホッピング系列を変更するか否かを判断するようにしてもよい。

【0069】この実施の形態3では、干渉波レベルに基づいて変更する周波数ホッピング系列として、過去の履歴をもとに、最も干渉波レベルの低い周波数ホッピング系列であって、かつ他の移動局で使用されていない周波数ホッピング系列を選択するようにしているため、移動局10は、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができる。

【0070】また、過去の履歴がない場合、周波数ホッピング系列番号を一つインクリメントし、このインクリメントされた周波数ホッピング系列番号に対応する周波数ホッピング系列、すなわちランダムな周波数ホッピング系列を選択するようにしているので、移動局10は、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができる。

【0071】さらに、変更しようとする周波数ホッピング系列が、全ての他の移動局10によって使用されている場合には、再び現在使用している周波数ホッピング系列を選択するようにしているため、干渉波レベルの増大を抑えることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上させ、一層高い受信レベルでの通信を行うこと

が可能となり、品質および信頼性の高い通信を維持することができる。

【0072】実施の形態4. つぎに、この発明の実施の形態4について説明する。上述した実施の形態3では、ホッピング周波数の干渉波レベルが大きい場合、過去の履歴をもとに、周波数ホッピング系列群のうちから、他の移動局が用いておらず、干渉波レベルが最も低い周波数ホッピング系列を選択して変更するようにしていたが、この実施の形態4では、現在使用している周波数ホッピング系列に最も相関の小さい周波数ホッピング系列

を選択するようにしている。

【0073】この実施の形態4のシステム構成および移動局あるいは基地局の構成は、実施の形態1と同じである。ただし、制御部9の動作処理が異なる。ここで、図7に示すフローチャートを参照して、この実施の形態4における移動局10の制御部9による周波数ホッピング系列変更制御処理手順について説明する。

【0074】図7において、まず制御部9は、周波数ホッピング系列データ9fをもとに、現在使用している周波数ホッピング系列と最も相関が小さい周波数ホッピング系列の周波数ホッピング系列番号iを選択する(ステップS401)。その後、この選択した周波数ホッピング系列番号iに対応する周波数ホッピング系列が他の移動局で使用されているか否かを判断する(ステップS402)。

【0075】周波数ホッピング系列が他の移動局で使用されている場合(ステップS402, YES)には、そのつぎに相関の小さい周波数ホッピング系列である周波数ホッピング系列番号iを選択し(ステップS403)、この選択した周波数ホッピング系列が、最も相関の大きい周波数ホッピング系列であるか否かを判断する(ステップS404)。最も相関の大きい周波数ホッピング系列でない場合(ステップS404, NO)には、ステップS402に移行し、この周波数ホッピング系列が他の移動局で使用されているか否かを判断する処理を繰り返す。

【0076】一方、選択された周波数ホッピング系列が、最も相関の大きい周波数ホッピング系列である場合(ステップS404, YES)には、現在使用している周波数ホッピング系列を再び選択し(ステップS405)、ステップS406に移行する。

【0077】周波数ホッピング系列番号iの値が他の移動局で使用していない場合(ステップS402, NO)には、選択された周波数ホッピング系列番号iに対応する周波数ホッピング系列に変更する指示を示す周波数ホッピング系列番号変更信号9gを送受信データ処理部4に出力し(ステップS406)、その後この周波数ホッピング系列に変更する。

【0078】なお、上述した実施の形態4では、移動局10が検出した干渉波レベルをもとに、移動局10が、

周波数ホッピング系列の変更を行うようにしているが、移動局10が、干渉波レベルの検出結果を基地局20に通知し、基地局20側が、この検出結果をもとに周波数ホッピング系列の変更を行うようにしてもよい。さらに、移動局10が、干渉波レベルの検出結果を基地局20に通知し、基地局20側が、この検出結果をもとに周波数ホッピング系列を変更するか否かを判断するようにしてもよい。

【0079】この実施の形態4では、干渉波レベルに基づいて変更する周波数ホッピング系列として、現在使用している周波数ホッピング系列に最も相関が小さい周波数ホッピング系列であって、かつ他の移動局で使用されていない周波数ホッピング系列を選択するようにしているため、移動局10は、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができる。

【0080】また、変更しようとする周波数ホッピング系列が、全ての他の移動局10によって使用されている場合には、再び現在使用している周波数ホッピング系列を選択するようにしているため、干渉波レベルの増大を抑えることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上させ、一層高い受信レベルでの通信を行うことが可能となり、品質および信頼性の高い通信を維持することができる。

【0081】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、移動局の検出手段が、周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出し、制御手段が、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うようにしているため、受信するホッピング周波数の干渉波レベルが大きい移動局では、周波数ホッピング系列が変更され、品質の高い通信を行うことができ、受信するホッピング周波数の干渉波レベルが小さい移動局では、引き続き安定した品質の通信を行うことができ、また、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができるという効果を奏する。

【0082】つぎの発明によれば、移動局の検出手段が、周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出し、基地局の制御手段が、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うようにしているため、受信するホッピング周波数の干渉波レベルが大きい移動局では、周波数ホッピング系列が変更され、品質の高い通信を行うことができ、受

信するホッピング周波数の干渉波レベルが小さい移動局では、引き続き安定した品質の通信を行うことができ、また、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができるという効果を奏する。

【0083】つぎの発明によれば、前記制御手段が、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列群の中から該周波数ホッピング系列番号の値が最小の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うようにしているため、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができるという効果を奏する。

【0084】つぎの発明によれば、前記制御手段が、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、前記干渉波レベルの履歴を参照し、現周波数ホッピング系列を、前記他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列群の中から干渉波レベルが最小の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うようにしているため、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができるという効果を奏する。

【0085】つぎの発明によれば、前記制御手段が、前記検出手段が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列群の中から現周波数ホッピング系列との相関値が最小の周波数ホッピング系列に変更する制御を行うようにしているため、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができるという効果を奏する。

【0086】つぎの発明によれば、前記移動局が、検出工程によって、周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出し、変更工程によって、前記検出工程によって検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更するようにしているため、受信するホッピング周波数の干渉波レベルが大きい移動局では、周波数ホッピング系列が変更され、品質の高い通信を行うことがで

き、受信するホッピング周波数の干渉波レベルが小さい移動局では、引き続き安定した品質の通信を行うことができ、また、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができるという効果を奏する。

【0087】つぎの発明によれば、検出工程によって、前記移動局が周波数ホッピング周期毎に各周波数の干渉波レベルを検出し、変更工程によって、前記基地局が、前記検出手段によって検出された干渉波レベルが所定値を超えた場合に、現周波数ホッピング系列を他の周波数ホッピング系列に変更するようにしているため、受信するホッピング周波数の干渉波レベルが大きい移動局では、周波数ホッピング系列が変更され、品質の高い通信を行うことができ、受信するホッピング周波数の干渉波レベルが小さい移動局では、引き続き安定した品質の通信を行うことができ、また、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができるという効果を奏する。

【0088】つぎの発明によれば、前記変更工程が、前記検出工程によって検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列群の中から該周波数ホッピング系列番号の値が最小の周波数ホッピング系列に変更するようにしているため、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができるという効果を奏する。

【0089】つぎの発明によれば、履歴保持工程によって、前記基地局が、予め設定された周波数ホッピング系列群の各周波数ホッピング系列に対する過去の干渉波レベルの履歴を保持し、前記変更工程によって、前記検出工程が検出した干渉波レベルが所定値を超えた場合に、前記干渉波レベルの履歴を参照し、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列群の中から干渉波レベルが最小の周波数ホッピング系列に変更するようにしているため、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができるという効果を奏する。

【0090】つぎの発明によれば、前記変更工程によって、前記検出工程が検出した干渉波レベルが所定値を超

えた場合に、現周波数ホッピング系列を、他の移動局が現在用いていない周波数ホッピング系列であって、かつ予め設定された周波数ホッピング系列群の中から現周波数ホッピング系列との相関値が最小の周波数ホッピング系列に変更するようにしているので、一層、高い周波数ダイバーシチ効果を得ることができ、所要希望波対同一周波数干渉電力比を向上することができ、一層高い受信レベルでの通信を行うことができ、品質および信頼性の高い通信を行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1である周波数ホッピング通信システムの概要を示す図である。

【図2】 周波数ホッピング系列の変更の一例を示す図である。

【図3】 図1に示した移動局の構成を示すブロック図である。

【図4】 図1に示した移動局の制御部による周波数ホッピング系列変更制御処理手順を示すフローチャートである。

【図5】 この発明の実施の形態2である周波数ホッピング通信システムの移動局の制御部による周波数ホッピング系列変更制御処理手順を示すフローチャートである。

\*

\*【図6】 この発明の実施の形態3である周波数ホッピング通信システムの移動局の制御部による周波数ホッピング系列変更制御処理手順を示すフローチャートである。

【図7】 この発明の実施の形態4である周波数ホッピング通信システムの移動局の制御部による周波数ホッピング系列変更制御処理手順を示すフローチャートである。

10 【図8】 従来における周波数ホッピング通信システムの概要を示す図である。

【図9】 周波数ホッピング系列の一例を示す図である。

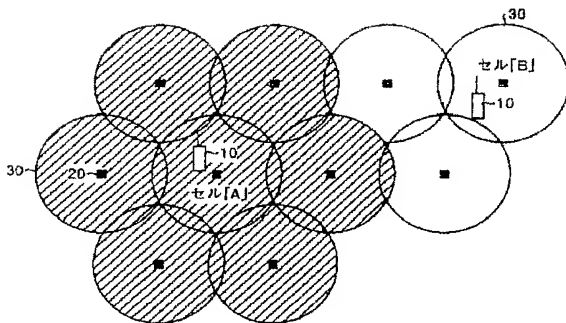
【図10】 各移動局における周波数ホッピングのタイミングチャートである

【図11】 図8に示した移動局の構成を示すブロック図である。

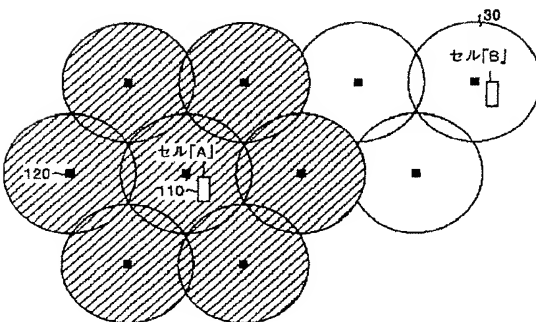
【符号の説明】

1 アンテナ、2 送信部、3 受信部、4 送受信データ処理部、5 シンセサイザ部、6 干渉波レベル検出部、9 制御部、10、M1～M3 移動局、20 基地局、30 無線セル、SW 切換部、7.1～7.7 周波数ホッピング系列。

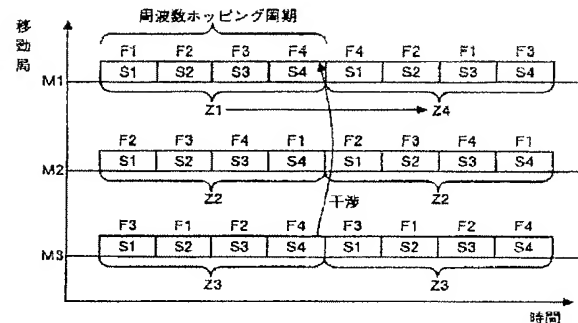
【図1】



【図8】



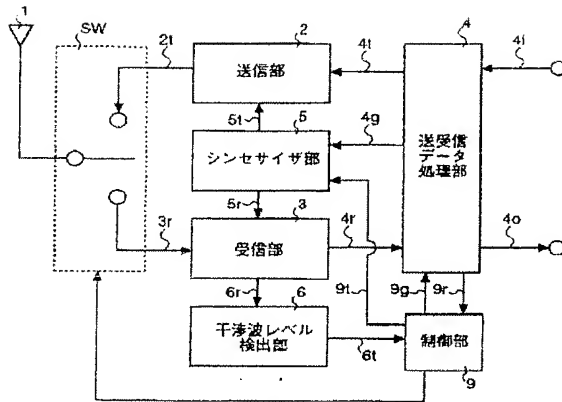
【図2】



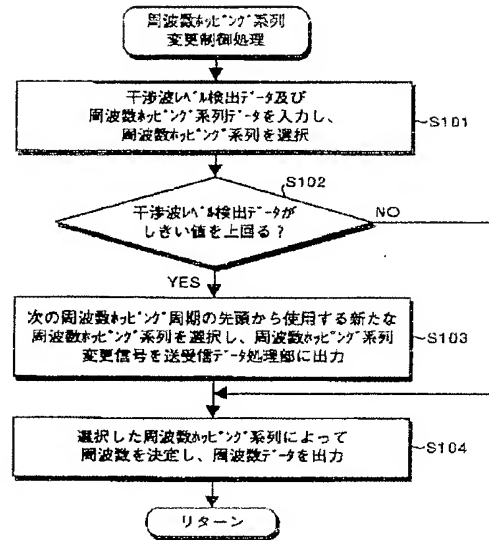
【図9】

| ホッピング系列 | ホッピング周波数     |
|---------|--------------|
| C1      | f1 → f2 → f3 |
| C2      | f2 → f3 → f1 |
| C3      | f3 → f1 → f2 |
| C4      | f1 → f3 → f2 |
| C5      | f2 → f1 → f3 |
| C6      | f3 → f2 → f1 |

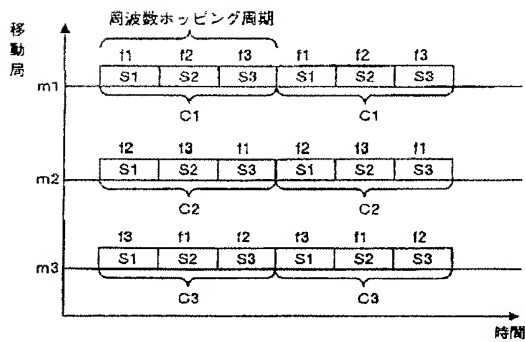
【図3】



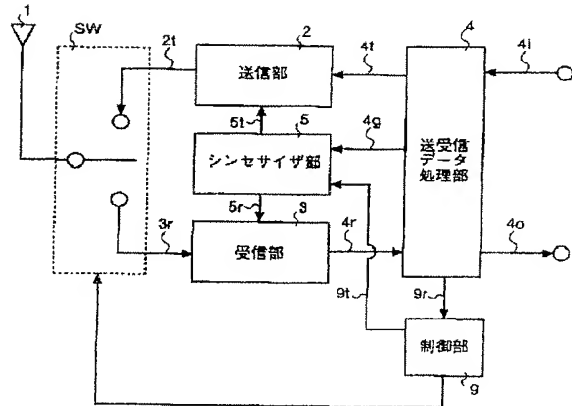
【図4】



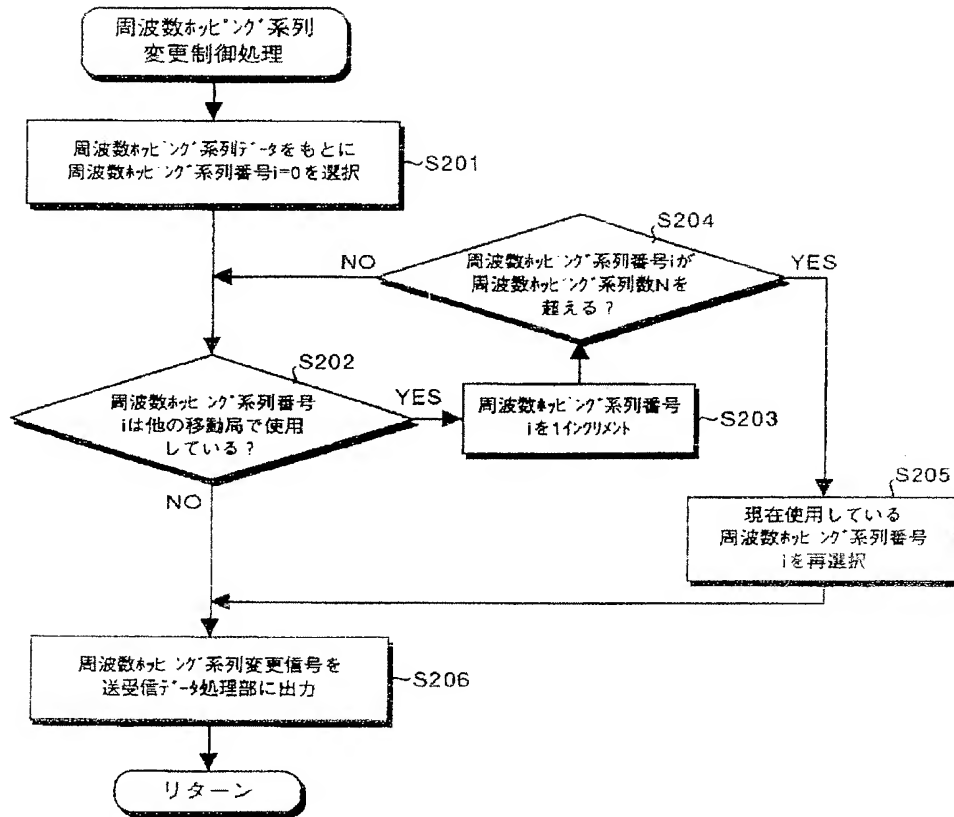
【図10】



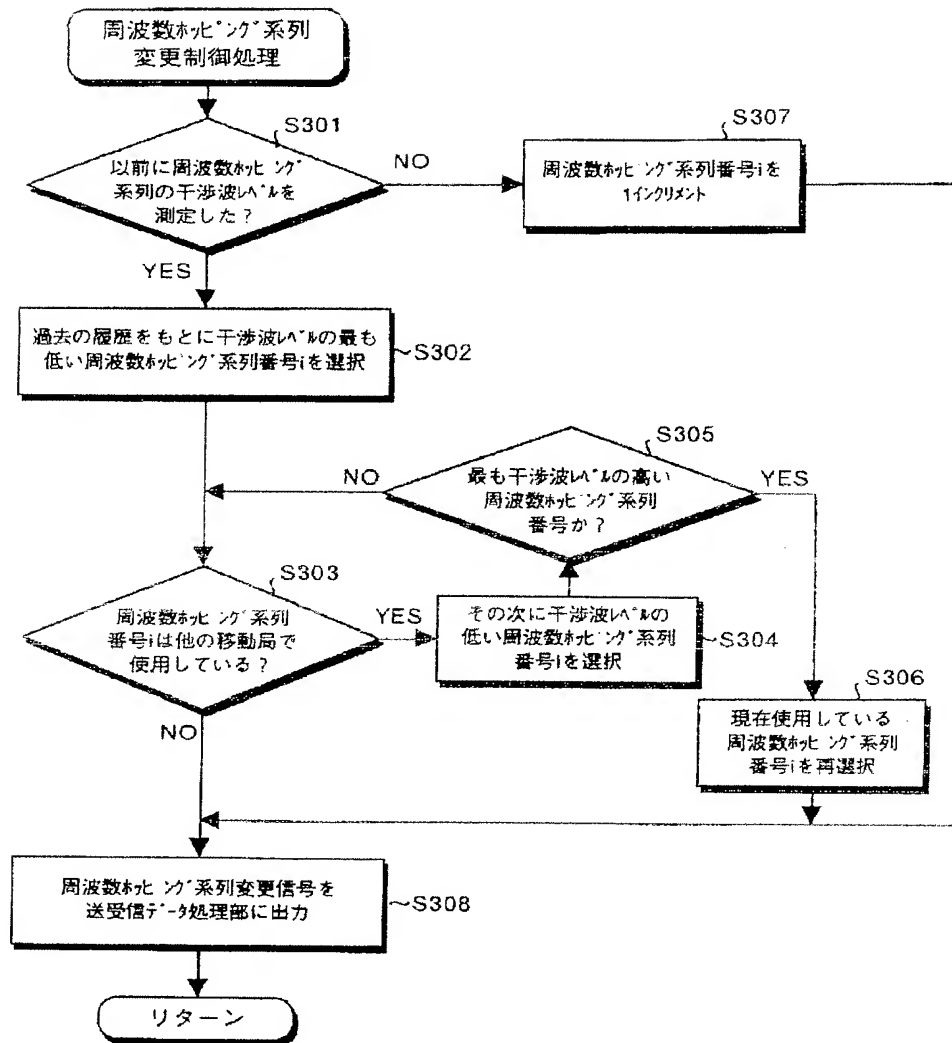
【図11】



【図5】



【図6】





【図7】

